

UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC

CURSO DE CIÊNCIAS CONTÁBEIS

GUILHERME HENDLER MAGNUS

**ENERGIA RENOVÁVEL: SISTEMA FOTOVOLTAICO COMO ALTERNATIVA
PARA RESIDÊNCIAS EM CRICIÚMA-SC**

CRICIÚMA - SC

2019

GUILHERME HENDLER MAGNUS

**ENERGIA RENOVÁVEL: SISTEMA FOTOVOLTAICO COMO ALTERNATIVA
PARA RESIDÊNCIAS EM CRICIÚMA-SC**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado
para obtenção do grau de bacharel no curso de
Ciências Contábeis da Universidade do Extremo
Sul Catarinense, UNESC.

Orientador: Prof. Esp. Ademir Borges

CRICIÚMA - SC

2019

GUILHERME HENDLER MAGNUS

**ENERGIA RENOVÁVEL: SISTEMA FOTOVOLTAICO COMO ALTERNATIVA
PARA RESIDÊNCIAS EM CRICIÚMA-SC**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado pela Banca Examinadora para obtenção do Grau de bacharel, no Curso de Ciências Contábeis da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC, com Linha de Pesquisa em Contabilidade Ambiental e Responsabilidade Social.

Criciúma, 05 de dezembro de 2019.

BANCA EXAMINADORA

Professor orientador Ademir Borges – Especialista (UNESC)

Professora examinadora Andréia Cittadin – Mestra (UNESC)

Professora examinadora Milla Lúcia Ferreira Guimarães – Mestra (UNESC)

**À minha família que me incentivou na busca
pelo conhecimento.**

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família pelo incentivo e o apoio durante todo esse processo de formação.

Ao meu orientador, professor Especialista Ademir Borges por aceitar o convite e encarar esse desafio comigo. Pelo apoio e dedicação, em especial durante esse último semestre na elaboração do Trabalho de Conclusão do Curso.

A todos professores do curso, em especial ao professor Mestre Sérgio Mendonça da Silva, que durante a disciplina Elaboração de Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso contribuiu de forma significativa para meu artigo.

Aos meus colegas da Unesc pelas contribuições para meu desenvolvimento durante todo o curso.

As empresas que contribuíram com essa pesquisa, sem elas não teria findado o artigo.

Muito obrigado a todos!

“O futuro dependerá daquilo que fazemos no presente.”

Mahatma Gandhi

ENERGIA RENOVÁVEL: SISTEMA FOTOVOLTAICO COMO ALTERNATIVA PARA RESIDÊNCIAS EM CRICIÚMA-SC

Guilherme Hendler Magnus¹

Ademir Borges²

RESUMO: O desenvolvimento sustentável está a cada dia ganhando mais relevância na vida dos brasileiros. Desta forma, a busca por fontes de energias renováveis é essencial para preservação do meio ambiente. A energia solar fotovoltaica possui um papel importante neste contexto, por ser de fonte renovável e infinita, é umas das melhores alternativas. O Brasil possui altos níveis de radiação solar, superior aos líderes mundiais no segmento, porém, em contrapartida, é necessário um investimento alto para implantação do sistema fotovoltaico. Observando esse cenário e o crescimento da utilização da tecnologia nos últimos anos, o pesquisador analisou a viabilidade econômica de um projeto para produção de energia solar fotovoltaica para residências na cidade de Criciúma-SC. A pesquisa realizada é de caráter qualitativo, com abordagem descritiva, por meio de um estudo documental e revisão bibliográfica. Os resultados encontrados revelam que projeto é viável economicamente, pois, apresenta a recuperação do capital investido em 6,35 anos. Além disso, possui uma vida útil estimada de 25 anos, e pode gerar R\$ 20.641,35 de Valor Presente Líquido. No estudo é estimado a Taxa Mínima de Atratividade de 5,00%, com referência a Selic. O projeto apresentou uma Taxa Interna de Retorno de 16,68%. Constatou-se que além da viabilidade econômica, é importante a contribuição com o meio ambiente, por meio a redução no consumo de energia de fontes fósseis. Além disso, diversificação da matriz energética é essencial para o país, aumenta a confiabilidade das fontes energéticas e contribui para o desenvolvimento sustentável.

PALAVRAS – CHAVE: Sustentabilidade. Viabilidade econômica. Matriz energética. Geração distribuída. Meio ambiente.

AREA TEMÁTICA: Tema 02 – Contabilidade Ambiental e Responsabilidade Social

1 INTRODUÇÃO

A energia elétrica é um dos elementos básicos para o desenvolvimento de uma região. Segundo Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), no Brasil a produção geralmente ocorre em grandes usinas, após é distribuída por meio do Sistema Interligado Nacional (SIN), composto por diversas redes de distribuição construídas ao longo do tempo (ANEEL, 2008).

A energia elétrica contribuiu de forma expressiva para o desenvolvimento da sociedade moderna. A qualidade de vida da população melhorou de maneira significativa, porém, trouxe preocupações com o meio ambiente. Atualmente, a

¹ Acadêmico do curso de Ciências Contábeis da UNESC, Criciúma, Santa Catarina, Brasil.

² Especialista, UNESC, Criciúma, Santa Catarina, Brasil.



sociedade busca fontes de energia que não agredam o planeta (HINRINCHS; KLEINBACH; REIS, 2015).

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2012), os brasileiros estão se conscientizando cada vez mais sobre a preservação da natureza, de acordo com a pesquisa realizada em 2012, a conscientização da população em relação ao assunto aumentou em 30,00% nos últimos 15 anos.

A Terra recebe muito mais energia solar do que todas as outras fontes consumidas. Desta forma, possui um enorme potencial para gerar energia elétrica fotovoltaica. Porém, devido aos altos custos da implantação do sistema, mesmo havendo uma acessibilidade econômica considerável nos últimos anos, ainda continua sendo um dos motivos que contribui para limitação do crescimento da geração em áreas com menor poder aquisitivo (HINRINCHS; KLEINBACH; REIS, 2015).

A produção de energia elétrica no Brasil é centralizada nas grandes hidrelétricas, apesar de ser uma fonte renovável, geram impactos ambientais durante o processo de construção das usinas. Por outro lado, é considerada vulnerável a redução no nível de produção, devido a efeitos climáticos, como as estiagens prologadas (ALVORADA, 2016).

Uma alternativa disponível no mercado para reduções dos impactos ambientais é a energia solar fotovoltaica, o sistema capta a radiação do sol por meio de materiais semicondutores e transformam em energia elétrica (ALVORADA, 2016).

Diante da conscientização da população em buscar fontes de energias sustentáveis, surge a seguinte questão de pesquisa: é possível obter viabilidade econômica em um projeto de energia solar fotovoltaica para residências no município de Criciúma-SC?

Com base no exposto, tem-se o objetivo geral da pesquisa analisar a viabilidade econômica de um projeto para produção de energia solar fotovoltaica para residências na cidade de Criciúma-SC.

Os objetivos específicos da pesquisa foram definidos da seguinte forma: I) expor as características da energia solar, II) pesquisar os valores do investimento para projeto com empresas locais, III) apresentar e calcular os indicadores de viabilidade de maior relevância.

Esse estudo se justifica pelo apelo da sociedade a preservação do meio ambiente, a necessidade diversificação da matriz energética e para o crescimento sustentável. Há contribuição do estudo para comunidade científica, para o município de Criciúma-SC, com a análise de um projeto para residências. Além disso, há contribuição para os moradores da região que poderão se beneficiar com o estudo. Além do mais, as fontes de energia fotovoltaica são uma alternativa economicamente viável de acordo com Dassi *et al.* (2018) contribuindo para diversificação da matriz energética e com o meio ambiente.

Este artigo está estruturado em cinco seções, a primeira apresenta a introdução, a segunda da fundamentação teórica, a terceira trata-se dos procedimentos metodológicos utilizados na pesquisa, a quarta da análise e apresentação dos resultados e a última das considerações finais.



2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção são apresentados o referencial teórico para formulação da pesquisa. Composta pelos conteúdos a seguir: energia elétrica e sustentabilidade, regulamentação ANEEL, fontes de energia sustentáveis, geração distribuída, indicadores de viabilidade econômica e estudos relacionados.

2.1 ENERGIA ELÉTRICA E SUSTENTABILIDADE

O acesso à energia pela população brasileira ocorre de maneira distinta, determinada pela região, no Sul e Sudeste possui maior acessibilidade, devido ao melhor desenvolvimento econômico. Em contrapartida, a região Norte e Nordeste são as que apresentam maior dificuldade para conectar uma rede de energia em casa, essas condições estão relacionadas com dificuldade geográfica para construção das redes de transmissão da região Norte, geralmente composta por matas densas e grandes rios, e na região Nordeste se justifica pelo baixo poder aquisitivo da população (ANEEL, 2008).

Com a conscientização sobre a finitude dos recursos naturais, questões como a sustentabilidade, políticas de preservação ao meio ambiente, e de estruturação energética estão em discussão desde 1968 em convenções mundiais, com o intuito de resolver e/ou minimizar os problemas ambientais causados pela geração de energia (LOPES; TAQUES, 2016).

Por vários anos, a matriz energética mundial esteve relacionada exclusivamente aos derivados de petróleo e gás, mas nas últimas décadas as fontes de energias renováveis vem ganhando espaço, estima-se que entre 2009 e 2017 o custo dos geradores de energia eólica reduziram em aproximadamente 66,00%, e os módulos solares fotovoltaicos em 80,00%, no mesmo período (DELGADO; WEISS; SILVA, 2017).

Atualmente com o crescimento populacional gradativo, a demanda por energia elétrica aumenta devido aos padrões de consumo, e a escassez dos recursos não renováveis tem se tornado frequente os debates sobre sustentabilidade. Desta forma, é necessário buscar alternativas energéticas que gere menor impacto possível ao meio ambiente. A energia solar fotovoltaica se destaca por se encaixar nesse contexto (KEMERICH *et al.*, 2016).

Conforme estudo publicado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), há uma tendência para o crescimento da população brasileira até 2050, o mesmo constatou que há um crescimento no número de domicílios, porém, em uma proporção maior que a média da expansão populacional. Consequentemente, o aumento no número de domicílio e da população está fortemente relacionado com um consumo maior de energia (EPE, 2018).

As companhias produtoras e distribuidoras de energia estão a cada dia mais comprometidas com o desenvolvimento sustentável. Preocupada com a redução da emissão de carbono, a Copel buscou alocar recursos em implantação de centros de produção de energia solar fotovoltaica, e por geração à biogás em algumas universidades do Estado do Paraná (COPEL, 2018).

A geração de energia elétrica no Brasil é, historicamente, centralizada nas grandes hidrelétricas, em 2008 estimava-se que 74,00% era relacionada a fonte citada, mas esse percentual já foi maior, próximo aos 90,00%. Estima-se que haverá

uma diversificação no futuro, com o intuito de reduzir a dependência das hidrelétricas (ANEEL, 2008).

Apesar do crescimento da produção de energia elétrica de fonte fotovoltaica e eólica, de 2017 para 2018, o Brasil ainda consome aproximadamente 66,60% de energia gerada em grandes centrais hidrelétricas, o que caracteriza a dependência em relação a essa fonte, e uma vulnerabilidade quanto as questões climáticas (ANEEL, 2019; EPE, 2019). A seguir Tabela 1 com as fontes geradoras de energia elétrica no país, e sua respectiva parcela de produção.

Tabela 1: Matriz energética do Brasil

Fonte	Geração em 2017 (%)	Geração em 2018 (%)
Biomassa	8,50	8,50
Carvão e Derivados	3,60	3,20
Derivados de Petróleo	3,00	2,40
Eólica	6,80	7,60
Gás Natural	10,50	8,60
Hidráulica	65,10	66,60
Nuclear	2,50	2,50
Solar	0,10	0,50

Fonte: Adaptado da Empresa de Pesquisa Energética (2019a)

2.2 REGULAMENTAÇÃO ANEEL

A Agência Nacional de Energia Elétrica é um órgão regulador para o setor de energia no Brasil vinculado ao Ministério de Minas e Energia. Desta forma a ANEEL é responsável por normatizar as políticas definidas pelo Governo Federal, coordenar a atividade de geração, transmissão, distribuição e comercialização da energia consumida em território nacional (ANEEL, 2019)

Com a Resolução 482 de 2012 da ANEEL, houve a regulamentação da microgeração e minigeração de energia elétrica distribuída, com a possibilidade de conexão as redes públicas de distribuição (ANEEL, 2012). Uma das grandes conquistas com essa resolução, foi a alternativa de acumular créditos com a companhia distribuidora pelo excedente de energia produzido e compensar em um outro período. Desta forma, há a possibilidade de outra unidade consumidora na mesma companhia de utilizar os créditos, desde a esteja cadastrada no mesmo Cadastro de Pessoa Física (CPF) ou Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica (CNPJ) (ANEEL, 2012).

Em 2015, foi publicada a resolução 687 da ANEEL, modificando alguns pontos da resolução 482/12. Definiu como microgeradores as centrais com capacidade de produção limitada a 75 Quilowatt (KW), e as Minigeradoras são as centrais que produzem acima de 75 KW e abaixo de 3 Megawatt (MW) para fontes hídricas e até 5 MW para demais fontes de energias renováveis (ANEEL, 2015).

Com a nova regulamentação da Aneel, Resolução 687 de 2015, há possibilidade de conectar outras fontes de energia ao Sistema Interligado Nacional (SIN), desde que sejam renováveis, como exemplo a solar fotovoltaica, hidráulica, eólica e de biomassa (ANEEL, 2015). A seguir será apresentada algumas das fontes renováveis.



2.3 FONTES DE ENERGIA SUSTENTÁVEIS

2.3.1 Energia Solar Fotovoltaica

De acordo com Vallêra e Brito (2006), a primeira placa solar surgiu nos Estados Unidos em 1954, desenvolvida por Calvin Fuller, apresentada em Washington na reunião da National Academy of Sciences. Porém, na época, a eficiência da placa era muito pequena se comparado com as atuais, e o alto custo de produção a tornava inviável.

A energia elétrica extraída do sol possui o pico de produção conforme intensidade da irradiação solar, nesse momento geralmente o consumo aumenta, devido ao uso dos aparelhos condicionadores de ar. A instalação de sistemas fotovoltaicos em edifícios comerciais é capaz de reduzir os picos de consumo nas redes de distribuição (SHAYANI; OLIVEIRA; CAMARGO, 2006)

Uma das grandes vantagens da energia elétrica fotovoltaica é a possibilidade da geração distribuída, dispensando a construção de enormes redes de transmissão, pois, nessa modalidade pode ser instalado os painéis de geração na unidade de consumo (SHAYANI; OLIVEIRA; CAMARGO, 2006).

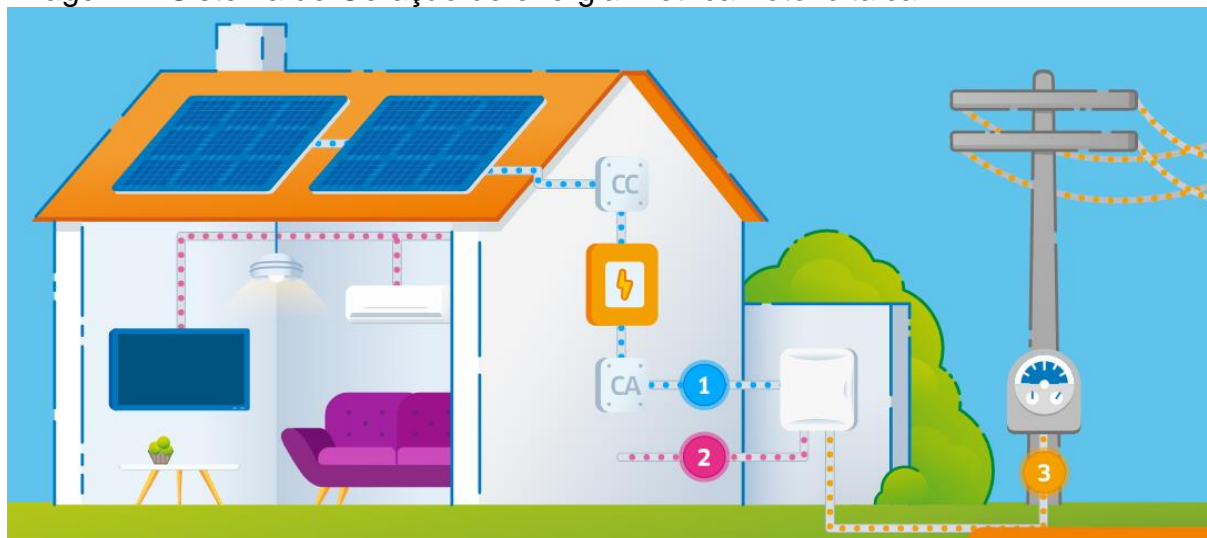
Apesar do desenvolvimento da energia elétrica fotovoltaica no mundo, o Brasil representa uma parcela pequena de unidades instaladas se comparado com países líderes, como Alemanha, Austrália e China. No entanto, a capacidade de geração do Brasil é alta, superior à da Alemanha, mas o que dificulta a popularização é o investimento inicial, pois, os custos são altos, e é inacessível para uma parcela da população (EPE, 2014).

O sistema fotovoltaico é composto pelos seguintes elementos: os módulos fotovoltaicos, os suportes de fixação, cabos elétricos, disjuntores, inversores e outros eventuais componentes, como sistemas de monitoramentos remotos e de armazenagem de energia (LACCHINI, 2017). Além disso, é importante observar que há uma perda de eficiência do sistema, de aproximadamente 0,70% a cada ano (DANTAS; POMPERMAYER, 2018).

Os sistemas para produção de energia elétrica fotovoltaica, podem ser conectados à rede de distribuição da companhia local, eliminando a necessidade de adquirir baterias para armazenar produção. Esse modelo de projeto é conhecido como *On-grid* (BOSO; GABRIEL; GABRIEL FILHO, 2015). Para os projetos *On-Grid*, deve ser considerado o custo de disponibilidade da energia fornecida pela distribuidora, segundo a Celesc (2019a), embasada na resolução 414/2011 na Aneel, o custo mensal para um consumidor monofásico é de 30 kW/h. Na Imagem 1, publicada pela Engie (2019), é possível ilustrar o fluxograma de produção da energia solar fotovoltaica em um sistema On-Grid para uma residência.

A radiação solar não atinge à Terra de forma uniforme, países próximos à Linha do Equador possuem uma incidência solar maior. Desta forma, no Brasil, a região Nordeste se destaca, possuindo um dos melhores índices mundiais (CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, 2019).

Imagem 1: Sistema de Geração de energia Elétrica Fotovoltaica



Fonte: Adaptado de Engie (2019).

2.3.2 Energia Eólica

A energia Eólica é obtida por meio de aerogeradores capazes de converter a energia contida nas massas de ares em energia elétrica, o sistema é semelhante ao de moinhos utilizados em trabalhos mecânicos (ANEEL, 2005).

A tecnologia de extrair energia com os movimentos das massas de ares é antiga, mas somente recebeu atenção mundial na década de 1970 com a crise do petróleo. Sendo que um dos impasses para seu crescimento é o custo de instalação, mas devido às novas tecnologias empregadas, a aquisição destes equipamentos está se tornando mais acessível (ANEEL, 2005).

No Brasil, a energia eólica ganhou espaço somente em 1990, devido à preocupação dos Governos em garantir a segurança energética (SILVA; VIEIRA, 2016). De acordo com a ANEEL, vários estudos apontam que há viabilidade de exploração comercial, em especial no Estado do Ceará e Pernambuco, onde se concentra a maior parte das pesquisas (ANEEL, 2005).

Segundo a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (2019), o Brasil possui duas vezes mais ventos em relação à média mundial. Além disso, a intensidade dos ventos costuma ser maior em períodos de estiagem, colaborando para compensar a queda na produção das usinas hidrelétricas (EPE, 2014).

2.3.3 Energia de Biomassa

Caracteriza-se por energia elétrica de origem biomassa qualquer material orgânico que possa produzir energia, consiste na conversão da energia química em elétrica. Geralmente a biomassa não é de uso comercial, e isso dificulta a mensuração da quantidade de energia produzida por esse segmento (ANEEL, 2005).

As fontes de energia renováveis são as mais diversas possíveis, no Paraná, a Copel está implantando um projeto de instalação de biodigestores em propriedades rurais, esses serão conectados a uma rede de tubulação que levará para uma central de geração de energia (térmica). De acordo com os idealizadores, a melhoria beneficiará os produtores rurais com a remuneração pela energia gerada e o meio



ambiente por reduzir os impactos, a mesma possui a previsão para início das atividades este ano (COPEL, 2018).

A produção de energia por meio da decomposição da matéria orgânica, contribui muito para a preservação do meio ambiente. No processo de tratamento, os gases produzidos são utilizados para geração da energia elétrica, reduzindo a quantidade de poluentes lançados na atmosfera (CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, 2019).

2.3.4 Energia Hidrelétrica

De acordo com o IBGE (2015), a energia hidrelétrica é a conversão da energia cinética gerada por um desnível das águas de uma represa, essa força é capaz de movimentar as turbinas integradas aos geradores, e assim produzir a energia elétrica, é o método mais comum no país.

A contribuição das hidrelétricas para o desenvolvimento do país é relevante, ainda hoje grande parte da energia elétrica consumida no Brasil é oriunda de hidrelétricas, mas atualmente há resistência para construções de novas usinas, devido aos impactos ambientais na construção. Outro ponto que deve ser destacado, são os gastos com investimento nos anos iniciais, necessitando de um certo tempo para gerar o retorno financeiro esperado (EPE, 2018).

As hidrelétricas geralmente possuem grandes lagos (represas) para evitar sazonalidade de produção em períodos de estiagem. Uma das consequências dos alagamentos, é a migração da população gerando um impacto social na região. Em contrapartida, a água desses reservatórios pode ser usada para outras finalidades, como navegação, irrigação de plantações, entre outros (EPE, 2019a).

O Brasil e o Paraguai juntos possuem uma das maiores usinas do mundo, a hidrelétrica de Itaipu. Em 2018, foi responsável por abastecer cerca de 15,00% da necessidade de consumo do Brasil e 90,00% da demanda do Paraguai, o que representa a relevância do potencial hídrico para o Brasil (ITAIPU, 2019).

2.4 PROCESSOS DA ENERGIA ELÉTRICA

A geração é o processo de produção da energia elétrica, geralmente em grades unidades geradoras. Para esse processo podem ser usada diversas fontes, como o ar, o sol, a água entre outras (CEMIG, 2019).

A transmissão é a ligação entre as unidades produtoras (usinas), localizadas geralmente distantes do consumidor final, até as instalações das Distribuidoras. O serviço é realizado por uma empresa especializada, que adquire a concessão para exploração da atividade por meio de um leilão realizado pela Aneel (ANEEL, 2008).

A distribuição consiste no processo de ligação entre a rede de transmissão e o consumidor final, a companhia irá receber a energia da rede de alta tensão, algo entre 88 Quilovolts (KV) e 750 KV, após, nas Subestações essa energia será reduzida a tensão e entregue ao consumidor à 110/220 Volts. No entanto, há exceções para indústrias de grande porte que recebem a energia direto das redes de transmissão, sem passar pela distribuição (ANEEL, 2008).

A distribuição é realizada por uma empresa, podendo ser pública ou privada, é assinado um Contrato de Concessão com a União e a Distribuidora para a ter o monopólio da região delimitada, respeitado dos deveres estabelecidos e fiscalizados pela ANEEL (ANEEL, 2008).



2.5 GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

Consiste na produção de energia próximo ao local de consumo, trata-se de uma mudança histórica no modelo tradicional da matriz energética, haja vista que desde a revolução industrial as grandes companhias produtoras de energia centralizam suas unidades e constroem as enormes redes de transmissão e distribuição. Uma das grandes vantagens da Geração Distribuída é a redução com perda relacionada ao transporte por meio das redes de distribuições (BARBOSA FILHO; AZEVEDO, 2014).

O sistema de Geração distribuída causa um impacto ambiental muito pequeno se comparado com as fontes de energia centralizadas em grandes unidades produtoras, porém, de acordo com o estudo de Barbosa Filho e Azevedo (2014), essa modalidade de produção provavelmente não será suficiente para suprir a necessidade crescente do consumo de energia, mas pode contribuir para a redução da taxa de crescimento das unidades de produção centralizadas, beneficiando o meio ambiente desta forma (BARBOSA FILHO; AZEVEDO, 2014).

De acordo com dados da Copel, as instalações de unidades de Geração Distribuídas tiveram um crescimento significativo desde 2012 até 2017, só no Estado do Paraná são 1.586 unidades, justificado por meio da regulamentação da ANEEL, a Resolução 482 de 2012 (COPEL, 2018).

2.6 INDICADORES DE VIABILIDADE ECONÔMICA

Para análise dos dados coletados, foram apresentados e calculados os principais indicadores a viabilidade econômica, são eles: o Fluxo de Caixa, *Payback*, Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR).

2.6.1 Fluxo de Caixa

Segundo Gitman (2010), é fundamental a análise de fluxo de caixa, pois, em investimentos de longo prazo, o recurso disponibilizado para projeto pode comprometer determinadas oportunidades.

Segundo Leismann (2016), compreende-se fluxo de caixa as entradas e saídas de recursos de caixa, em períodos distintos. Há duas espécies de fluxo de caixa, a Convencional, que apresenta um investimento e após somente fluxos positivos, e também a não convencional, que apresenta os fluxos negativos ao longo do período (LEISMANN, 2016).

2.6.2 *Payback*

De acordo com Groppelli e Nikbakht (2002), quando houver dois projetos com a mesma finalidade para apresentar ao investidor, obterá preferência o que demonstrar um período menor de retorno do capital investido, isso se justifica com a redução da exposição ao risco.

Segundo Gitman (2010), o *Payback* é uma técnica sofisticada de avaliação de investimentos, consiste em estimar o prazo em que a empresa irá recuperar o capital investido com base nas entradas de caixa futuras relacionadas ao projeto, porém, o mesmo desconsidera o valor do dinheiro no tempo. Geralmente é definido um prazo de *Payback* pelo investidor, se após obtenção dos cálculos, o resultado apresentado



for menor que o proposto, há possibilidade de aprovação do projeto, caso seja maior, será descartado, ou seja, quanto menor o indicador, mais atrativo será para o investidor. O *Payback* está associado ao risco do investimento, quanto maior o prazo, maior o risco relacionado (GITMAN, 2010).

Para eliminar o risco com valor do dinheiro no tempo, Leismann (2016) apresenta o *Payback* Descontado, com esse método é possível aplicar uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA) capaz de descontar os fluxos de caixa futuros, desta forma apurando o *Payback* Descontado. Com essa técnica, o resultado de recuperação do capital investido será posterior.

2.6.3 Valor Presente Líquido

Segundo Groppelli e Nikbakht (2002), uma importante contribuição desse método de avaliação de investimento é que observa a relevância do valor do dinheiro no tempo, a taxa usada para desconto pode ser considerada o custo de oportunidade do investimento.

O Valor Presente Líquido, consiste no valor presente gerado pelo retorno do investimento, as entradas e saídas de caixas, descapitalizadas a uma taxa específica (TMA), só devem ser aceitos projetos com o VPL igual ou maior que zero, caso contrário o projeto irá gerar prejuízo para empresa (GITMAN, 2010).

O VPL é considerado de grande importância para Leismann (2016), pois, a técnica consiste em centralizar todos os fluxos de caixa no período zero, que o momento da tomada de decisão por parte do investidor.

2.6.4 Taxa Interna de Retorno

A Taxa Interna de Retorno (TIR) é um método de avaliação de investimento mais complexo para ser calculado. A TIR é a taxa de desconto que faz o Valor Presente Líquido do investimento ser igual a zero. Deste modo, quando a TIR for maior que o custo de capital, a probabilidade de aceitação do projeto é maior, e quando a taxa for menor, ele deve ser rejeitado (GITMAN, 2010).

Segundo Leismann (2016), a TIR é a verdadeira taxa de retorno de um investimento, é uma taxa nominal que representa quanto o projeto irá retornar para o investidor, também afirma que deve ser analisado o custo de oportunidade com a TIR, pois, se o custo for maior, o investimento não deve ser concretizado.

2.7 ESTUDOS RELACIONADOS

A seguir são apresentados alguns dos estudos anteriores com a mesma temática, isso possibilita a comparação dos resultados obtidos pelo pesquisador.

No estudo de Serafim Junior *et al.* (2018), o objetivo foi “analisar a viabilidade econômico-financeira da instalação de um sistema de energia solar fotovoltaica (...) objetivando a possibilidade de redução de custos de uma residência na região da Costa Oeste do Paraná” (SERAFIM JUNIOR *et al.*, 2018, p.3). O pesquisador direcionou seu estudo para unidades com consumo superior a 150 kWh mês. Os resultados da pesquisa apontam um *PayBack* de 8,73 anos, TIR de 8,00% e um VPL de R\$ 59.378,02 (Considerou uma TMA de 6,99%), classificou como viável economicamente e financeiramente.



Dassi *et al.* (2018), pesquisou com o objetivo de “analisar a viabilidade econômico-financeira da energia solar fotovoltaica como alternativa para redução de custos e de diversificação energética em uma Instituição de Ensino Superior de Santa Catarina” (DASSI *et al.*, 2018, p.1). Com os resultados, o pesquisador concluiu que há viabilidade para o mesmo, pois, os resultados apontam um *Payback* de 13,50 anos e a Taxa Interna de Retorno de 10,90% (considerou a TMA de 10,00%). Segundo o autor, após o investimento inicial, será possível economizar mais de R\$ 75.000,00 ao ano.

Silva *et al.* (2019), desenvolveu sua pesquisa com o objetivo de “analisar a viabilidade econômica da implantação de um sistema de energia fotovoltaica em uma indústria de alimentos” (SILVA *et al.*, 2019, p. 1). O estudo concentrou em um percentual de 10,00% da necessidade da empresa. Os resultados apontam que é possível recuperar o investimento em 5,92 anos (Considerou a TMA de 6,50%). O projeto apresentou a Taxa Interna de Retorno de 26,00%. Porém, mesmo com indicadores favoráveis, o desembolso com o investimento inicial é relevante, e pode comprometer a aquisição dessa tecnologia. Além dos benefícios econômicos para empresas, o estudo ressaltou a contribuição com o meio ambiente.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Nesta seção serão apresentados os enquadramentos metodológicos, após os procedimentos adotados para obtenção dos dados e análise dos resultados.

3.1 ENQUADRAMENTO METODOLÓGICO

Quanto a abordagem do estudo caracteriza como qualitativa, pois, segundo Oliveira (1999) não emprega dados estatísticos ao centro de análise do problema de pesquisa, busca analisar uma série de variáveis e conclusões de outros autores sobre o mesmo tema. Rauem (2015) afirma que as pesquisas qualitativas fornecem a descrição ampla dos processos e estudos sobre a matéria, busca compreender o assunto com base em estudos anteriores.

Em relação aos objetivos, se caracteriza como descritiva, pois, busca apresentar características do processo, pretende medir e coletar informações sobre o objeto em análise (SAMPIERI; COLLADO; LUCIO, 2013). Nesse sentido o pesquisador analisou a viabilidade econômica de um projeto para produção de energia solar fotovoltaica para residências na cidade de Criciúma-SC.

Quanto aos procedimentos, é caracterizada como documental e bibliográfica, buscou fundamentação em artigos científicos e documentos emitidos por empresas, a exemplo dos orçamentos para compra e implantação de um sistema de energia solar fotovoltaica para residências na cidade de Criciúma-SC.

Segundo Gil (2002 p.44) “a pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos”, segundo o mesmo autor, os livros e artigos são fontes eficientes de conhecimento e de forma ampla.

Para Gil (2002), a pesquisa documental é aquela que utiliza de documentos que não receberam tratamento científico, como exemplo arquivos de órgão públicos, relatório de empresas, jornais, entre outros.

3.2 PROCEDIMENTO DE COLETA E ANÁLISE DE DADOS

Com base no estudo da EPE (2017), uma residência consome em média 201,70 kWh/mês no Estado de Santa Catarina. Esse valor, serviu de referência para solicitação dos orçamentos.

O pesquisador relacionou em uma planilha eletrônica (Microsoft Excel 2013) dez empresas, essas prestam o serviço de venda de equipamentos fotovoltaicos e fazem a instalação. O critério utilizado para seleção foi a proximidade do local de instalação, considerando que há maior possibilidade de viabilidade para as que possuem sede ou filial no município de Criciúma-SC.

O sistema caracterizado para o estudo é On-Grid, conectado à rede monofásica, com necessidade de produção média de 201,70 kWh/mês. A residência caracterizada para solicitações dos orçamentos possui apenas um pavimento, a cobertura dispõe de uma área livre de 72 metros quadrados disponíveis para instalação.

Os primeiros contatos com as empresas foram por telefone, logo após encaminhadas as solicitações dos orçamentos via correio eletrônico. Para cotação de orçamento, foram usados os mesmos critérios de residência e consumo. A pesquisa ocorreu no mesmo período para todas as empresas, em setembro de 2019.

Das empresas contatadas, apenas duas retornaram com os orçamentos, sendo que uma delas apresentou com uma estimativa de produção de 43,20% superior ao solicitado. Neste caso, foi desenhada dos critérios da pesquisa e eliminada da análise do estudo. A segunda empresa retornou com projeto de produção médio de 209,00 kWh/mês, representado uma variação de 3,62% a maior, ou 7,30 kWh/mês, sendo essa a empresa classificada para análise.

Para estipular o valor da fatura de energia, o pesquisado utilizou o Simulador de Consumo disponível no sítio eletrônico da Celesc, aplicado o consumo de 209 kWh/mês, após emitiu o relatório com o detalhamento de consumo, tributos relacionados e o valor total da fatura (CELESC, 2019b).

Durante a elaboração dos indicadores, o pesquisador utilizou como parâmetro para TMA, os rendimentos dos títulos do Tesouro Direto, de 5,00% ao ano (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2019; TESOURO DIRETO, 2019). Para correção dos valores dos fluxos de caixa futuro, foi coletado as projeções de inflação para 2020 até 2023, de acordo com o Banco Central do Brasil (2019a). Após o pesquisador calculou a média aritmética, resultando em uma taxa de 3,70% ao ano, com esse número foi projetado os próximos anos, a seguir a Tabela 2 com as projeções:

Tabela 2: Projeção de inflação para os próximos anos

Período	2020	2021	2022	2023	Média aritmética
Projeção de inflação (%)	3,80	3,70	3,60	3,50	3,70

Fonte: Adaptado de Banco Central do Brasil (2019a)

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

O projeto selecionado para análise de viabilidade foi de uma empresa localizada em Criciúma, os equipamentos possuem uma vida útil estimada de no mínimo 25 anos, conforme dados da empresa. O valor do investimento é de R\$

11.500,00; considerando todos os custos relacionados aos equipamentos e a implantação, como exemplos as placas solares, inversor, sistema de fixação e mão de obra.

Nesta seção serão apresentados os resultados da pesquisa, começando pelo Fluxo de Caixa, o *Payback*, o Valor Presente Líquido, a Taxa Interna de Retorno, e por final a análise dos resultados.

4.1 FLUXO DE CAIXA

Para elaboração do Fluxo de Caixa, o pesquisador considerou o investimento inicial, e a produção de energia pelo sistema foi classificada como uma entrada de caixa, apenas para questão de análise, pois, de fato essa energia não foi vendida/comercializada. Os Fluxos de Caixas foram corrigidos pela estimativa de inflação projetada pelo autor, de 3,70% ao ano.

Tabela 3: Fluxo de Caixa

(Continua)

Período (anos)	Investimento (R\$)	Produção de energia (R\$)	Tarifa para utilização do sistema da Celesc (R\$)	Perda de eficiência (R\$)	Saldo de Fluxo de caixa Simples (R\$)
0	- 11.500,00	1.654,92	- 225,60	-	- 10.070,68
1	-	1.715,61	- 233,87	- 12,01	1.469,73
2	-	1.778,53	- 242,45	- 24,90	1.511,18
3	-	1.843,76	- 251,34	- 38,72	1.553,70
4	-	1.911,38	- 260,56	- 53,52	1.597,30
5	-	1.981,48	- 270,12	- 69,35	1.642,01
6	-	2.054,15	- 280,02	- 86,27	1.687,85
7	-	2.129,49	- 290,29	- 104,34	1.734,85
8	-	2.207,59	- 300,94	- 123,62	1.783,02
9	-	2.288,55	- 311,98	- 144,18	1.832,40
10	-	2.372,48	- 323,42	- 166,07	1.882,99
11	-	2.459,49	- 335,28	- 189,38	1.934,83
12	-	2.549,70	- 347,58	- 214,17	1.987,95
13	-	2.643,21	- 360,32	- 240,53	2.042,35
14	-	2.740,15	- 373,54	- 268,53	2.098,07
15	-	2.840,64	- 387,24	- 298,27	2.155,14
16	-	2.944,82	- 401,44	- 329,82	2.213,56
17	-	3.052,82	- 416,16	- 363,29	2.273,37
18	-	3.164,79	- 431,43	- 398,76	2.334,60
19	-	3.280,85	- 447,25	- 436,35	2.397,25
20	-	3.401,18	- 463,65	- 476,17	2.461,36
21	-	3.525,92	- 480,66	- 518,31	2.526,95
22	-	3.655,23	- 498,28	- 562,91	2.594,04
23	-	3.789,29	- 516,56	- 610,08	2.662,65
24	-	3.928,26	- 535,50	- 659,95	2.732,81

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

4.2 PAYBACK

Na formulação de *Payback* Descontado, foi utilizada da base de dados da planilha de Fluxo de Caixa. Considerou a taxa de 5,00% de atratividade (TMA), com base no rendimento médio dos títulos do Tesouro Direto. Conforme apresentado a seguir, o projeto apresenta *Payback* em 6,35 anos, e o *Payback* Descontado em 7,72 anos.

Tabela 4: *Payback* Simples e Descontado

Período (anos)	Saldo de Fluxo de Caixa Simples (R\$)	<i>Payback</i> Simples (R\$)	Saldo de Fluxo de caixa Descontado (R\$)	<i>Payback</i> Descontado (R\$)
0	- 10.070,68	- 10.070,68	- 10.070,68	- 10.070,68
1	1.469,73	- 8.600,95	1.399,74	- 8.670,94
2	1.511,18	- 7.089,77	1.370,69	- 7.300,25
3	1.553,70	- 5.536,07	1.342,14	- 5.958,10
4	1.597,30	- 3.938,76	1.314,10	- 4.644,00
5	1.642,01	- 2.296,75	1.286,56	- 3.357,44
6	1.687,85	- 608,90	1.259,50	- 2.097,94
7	1.734,85	1.125,95	1.232,93	- 865,01
8	1.783,02	2.908,98	1.206,82	341,81

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

4.3 VALOR PRESENTE LÍQUIDO

Para calcular o valor presente líquido do investimento, foram descapitalizados os fluxos de caixas futuros pela projeção estipulada da inflação de 3,70%. Desta forma, obteve-se o valor positivo de R\$ 20.641,35 de VPL.

Tabela 5: Valor Presente Líquido

(Continua)

Período (anos)	Saldo de Fluxo de Caixa (R\$)	Taxa de desconto (%)	Valor Presente Líquido do saldo de Fluxo de Caixa (R\$)
0	- 10.070,68	3,70	- 10.070,68
1	1.469,73	3,70	1.417,29
2	1.511,18	3,70	1.405,27
3	1.553,70	3,70	1.393,26
4	1.597,30	3,70	1.381,25
5	1.642,01	3,70	1.369,25
6	1.687,85	3,70	1.357,26
7	1.734,85	3,70	1.345,27
8	1.783,02	3,70	1.333,30
9	1.832,40	3,70	1.321,33
10	1.882,99	3,70	1.309,36
11	1.934,83	3,70	1.297,41
12	1.987,95	3,70	1.285,46
13	2.042,35	3,70	1.273,52
14	2.098,07	3,70	1.261,59

			(Conclusão)
15	2.155,14	3,70	1.249,66
16	2.213,56	3,70	1.237,75
17	2.273,37	3,70	1.225,83
18	2.334,60	3,70	1.213,93
19	2.397,25	3,70	1.202,04
20	2.461,36	3,70	1.190,15
21	2.526,95	3,70	1.178,27
22	2.594,04	3,70	1.166,39
23	2.662,65	3,70	1.154,52
24	2.732,81	3,70	1.142,66
Total			20.641,35

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

4.4 TAXA INTERNA DE RETORNO

O investimento possui uma Taxa Interna de Retorno de 16,68%, entende-se que é de fato o retorno gerado pelo projeto. Desta forma, é alcançado mais um indicador de viabilidade favorável, pois, a TIR é superior ao retorno esperado pelo investidor (TMA). A seguir é apresentado a Tabela 6 com os Fluxos de Caixa descontado pela TIR.

Tabela 6: Taxa Interna de Retorno (Continua)

Período (anos)	Saldo de Fluxo de Caixa (R\$)	Taxa Interna de Retorno (%)	Saldo de Fluxo de Caixa descontado pela TIR (R\$)
0	- 10.070,68	16,68	- 10.070,68
1	1.469,73	16,68	1.259,62
2	1.511,18	16,68	1.110,00
3	1.553,70	16,68	978,08
4	1.597,30	16,68	861,78
5	1.642,01	16,68	759,25
6	1.687,85	16,68	668,88
7	1.734,85	16,68	589,22
8	1.783,02	16,68	519,01
9	1.832,40	16,68	457,13
10	1.882,99	16,68	402,59
11	1.934,83	16,68	354,54
12	1.987,95	16,68	312,20
13	2.042,35	16,68	274,89
14	2.098,07	16,68	242,02
15	2.155,14	16,68	213,06
16	2.213,56	16,68	187,55
17	2.273,37	16,68	165,08
18	2.334,60	16,68	145,29
19	2.397,25	16,68	127,86
20	2.461,36	16,68	112,52
21	2.526,95	16,68	99,00

			(Conclusão)
22	2.594,04	16,68	87,10
23	2.662,65	16,68	76,62
24	2.732,81	16,68	67,40
Total			0,00

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

4.5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com os indicadores econômicos, o pesquisador conseguiu emitir um parecer favorável ao projeto. De acordo com o Fluxo de Caixa, observa-se que há apenas o desembolso do investimento inicial, não comprometendo o orçamento dos moradores da residência ao longo tempo.

Conforme os resultados, o *Payback* é atingido em 6,35 anos e 7,72 para o caso do *Payback* Descontado, isso representa 25,40%, e 30,87% da vida útil do sistema, respectivamente. O restante do período é o retorno no investimento, em valores pode representar R\$ 20.641,35 (VPL).

A TIR de 16,68% é superior a TMA, e a diversos investimentos financeiros, além do mais, associada ao momento atual da economia, torna-se um investimento extremamente interessante.

Os estudos relacionados a mesma temática apresentaram similaridades quanto aos resultados, todos obtiveram viabilidade econômica, apesar de possuírem variações quanto aos números apresentados pelos indicadores. Essa amplitude entre os valores está relacionada aos critérios definidos pelos pesquisadores, como exemplo a Taxa Mínima de Atratividade.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da crescente conscientização da população por alternativas sustentáveis, a energia solar fotovoltaica possui uma grande relevância, pois, é de origem renovável e infinita. Apesar de ocupar uma parcela pequena na classificação de produção entre todas as fontes disponíveis no Brasil, como referência os dados de 2018, a energia solar cresce em um ritmo acelerado, acredita-se que deve se manter em ascensão devido à expectativa de continuidade nas reduções de preços dos equipamentos relacionados, e também motivado pela rejeição dos combustíveis de origem fóssil pela população.

Este estudo, apresentou uma alternativa sustentável para produção de energia elétrica em residências, com ênfase na região sul catarinense, de modo que atingisse o perfil da maioria das unidades consumidoras. Desta forma, o objetivo geral da pesquisa foi analisar a viabilidade econômica de um projeto para produção de energia solar fotovoltaica para residências na cidade de Criciúma-SC. Para isso, utilizou-se dos principais indicadores de viabilidade econômica.

No primeiro objetivo específico é exposto às características do sistema, com o intuito de familiarizar o leitor. Foram apresentadas características quanto aos benefícios do sistema, e a perda de eficiência ao longo dos anos, possibilidade de conexão com a rede de distribuição da companhia local, o mecanismo de crédito pelo excedente gerado, e a legislação aplicada a essas categorias.

O segundo objetivo da pesquisa, foi coletar os orçamentos para compra e instalação dos equipamentos na região delimitada pelo pesquisador. Ainda que o



projeto apresente bons indicadores de viabilidade, o investimento inicial é alto, o que para maioria dos municípios pode ser um fator decisório. Acredita-se que incentivos governamentais poderiam contribuir para que a produção da energia de origem fotovoltaica seja relevante em meio as demais, como sugestão, benefícios tributários para residências alimentadas pelo mesmo. Atrelado aos benefícios governamentais, pode surgir um ambiente promissor para as empresas brasileiras produtoras dos equipamentos do sistema fotovoltaico.

O terceiro objetivo buscou apresentar os indicadores de viabilidade e os números produzidos após a pesquisa. Na sequência, foi possível classificar como viável o projeto. Justifica-se o posicionamento, devido aos Fluxos de Caixa positivos após o investimento inicial, o que de certa forma é relevante para as famílias, pois, não há a preocupação em desembolsos futuro. O *Payback* Simples foi atingido em 6,35 anos, já o *Payback* Descontado foi alcançado após 7,72 anos, apesar de ser um investimento para longo prazo, é necessário considerar que o sistema possui uma vida útil de 25 anos, e durante esse período pode produzir o Valor Presente Líquido de R\$ 20.641,35, conforme as taxas esclarecidas anteriormente.

Diante dos números apresentados, é possível responder a questão problema com um parecer favorável, devido à viabilidade econômica do projeto. Além da viabilidade econômica, é relevante a contribuição do sistema para o meio ambiente, em especial a longo prazo, com a redução do consumo de energia de termoeletricas, considerada prejudicial ao meio ambiente. Dessa forma, é possível contribuir para a construção de uma sociedade sustentável.

O investimento em energia fotovoltaica é importante para o país de uma forma geral, pois, contribui para diversificação da matriz energética, desta forma aumenta a segurança energética do mesmo, devido à pulverização das unidades geradoras.

Durante a pesquisa, foi encontrada limitação devido à forte resistência das empresas em fornecer os orçamentos para finalidade acadêmica. Acredita-se que com a contribuição desses estabelecimentos para determinado objetivo, poderia influenciar ainda mais no desenvolvimento dessa tecnologia na região.

Sugere-se como alternativa de estudos futuros, a análise das linhas de crédito oferecidas pelos bancos para essa modalidade de investimento, associadas ao momento em que a economia está vivenciando, com uma taxa de juros significativamente baixa.

REFERÊNCIAS

ALVORADA, **Como o incentivo à energia solar fotovoltaica pode transformar o Brasil**. Greenpeace Brasil, 2016. Disponível em: https://storage.googleapis.com/planet4-brasil-stateless/2018/07/Relatorio_Alvorada_Greenpeace_Brasil.pdf. Acesso em: 19 nov. 2019.

ANEEL (Brasil). **Atlas de energia elétrica do Brasil**. São Paulo, p. 1-268. 20 out. 2005. Disponível em: http://www.aneel.gov.br/documents/656835/14876406/2005_AtlasEnergiaEletricaBrasil2ed/06b7ec52-e2de-48e7-f8be-1a39c785fc8b. Acesso em: 17 mar. 2019.



ANEEL (Brasil). Atlas: **Energia no Brasil e no mundo**. Brasil, p.17-36, 2008. Disponível em: http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas_par1_cap1.pdf. Acesso em: 19 nov. 2019.

ANEEL (Brasil). **Resolução Normativa Nº 482, de 17 de abril de 2012**. 2012. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/Resolu%C3%A7%C3%A3o%20Normativa%20482,%20de%202012%20-%20bip-junho-2012.pdf>. Acesso em: 02 nov. 2019.

ANEEL (Brasil). **Resolução Normativa Nº 687, de 24 de novembro de 2015**. 2015. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf>. Acesso em: 02 nov. 2019.

ANEEL (Brasil). **Como funciona o setor elétrico brasileiro?** 2019. Disponível em: http://www.aneel.gov.br/home?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_returnToFullPageURL=%2F&_101_assetEntryId=14476909&_101_type=content&_101_groupId=654800&_101_urlTitle=faq&inheritRedirect=true. Acesso em: 08 maio 2019.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Séries de estatísticas consolidadas**. 2019. Disponível em: <https://www3.bcb.gov.br/expectativas/publico/?wicket:interface=:1::::>. Acesso em: 16 set. 2019a.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Taxas de juros básicas: Histórico**. 2019. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/controleinflacao/historicotaxasjuros>. Acesso em: 03 nov. 2019.

BARBOSA FILHO, Wilson Pereira; AZEVEDO, Abílio César Soares de. **Geração distribuída: vantagens e desvantagens**. II Simpósio de Estudo e Pesquisa em Ciências Ambientais da Amazônia, Belo Horizonte - Mg, nov. 2014. Disponível em: http://www.feam.br/images/stories/arquivos/mudnacaclimatica/2014/artigo_gd.pdf. Acesso em: 19 nov. 2019.

BOSO, Ana Cláudia Marassá Roza; GABRIEL, Camila Pires Cremasco; GABRIEL FILHO, Luís Roberto Almeida. **Análise de custos dos sistemas fotovoltaicos On-Grid e Off-Grid no Brasil**. São Paulo, v. 8, n. 12, p.57-66, 2015. Disponível em: http://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/anap_brasil/article/view/1138/1161. Acesso em: 11 set. 2019.

CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA (Brasil). **Fontes**. 2019. Disponível em: https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/onde-atuamos/fontes?_adf.ctrl-state=52xt7r8a7_5&_afLoop=832188465878355#!. Acesso em: 19 nov. 2019.

CELESC (Santa Catarina). **Dúvidas mais frequentes: O que é o custo de disponibilidade do sistema cobrado na fatura?**. 2019a. Disponível em: <http://www.celesc.com.br/portal/index.php/duvidas-mais-frequentes/fatura>. Acesso em: 12 set. 2019.



CELESC (Santa Catarina). **Simulador de Consumo**: Relatório Geral. 2019b. Disponível em: <http://simulador.celesc.com.br/relatorio>. Acesso em: 14 set. 2019.

CEMIG (Minas Gerais). **Produção de energia**. 2019. Disponível em: https://www.cemig.com.br/pt-br/energia_e_voce/Paginas/como_a_energia_eletrica_e_produzida.aspx. Acesso em: 15 nov. 2019.

COPEL: **Preparada para o que vier**. Curitiba – Pr: Lunagraf, 30 ago. 2018. Anual. Disponível em: [https://www.copel.com/hpcopel/root/sitearquivos2.nsf/arquivos/revista_sustentabilidade_2017_port/\\$FILE/revista%20sustentabilidade%202017%20port.pdf](https://www.copel.com/hpcopel/root/sitearquivos2.nsf/arquivos/revista_sustentabilidade_2017_port/$FILE/revista%20sustentabilidade%202017%20port.pdf). Acesso em: 19 nov. 2019.

DANTAS, Stefano Giacomazzi; POMPERMAYER, Fabiano Mezadre. **Viabilidade econômica de sistemas fotovoltaicos no Brasil e possíveis efeitos no setor elétrico**. Texto Para Discussão, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p.1-2, maio 2018. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8400/1/TD_2388.pdf. Acesso em: 14 set. 2019.

DASSI, Jonatan Antônio *et al.* **Análise da viabilidade econômico-financeira da energia solar fotovoltaica em uma Instituição de Ensino Superior do Sul do Brasil. XXV Congresso de Custos**, Vitória-ES, nov. 2018. Disponível em: <https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/3924>. Acesso em: 25 mar. 2019.

DELGADO, Fernanda; WEISS, Mariana; SILVA, Tatiana Bruce da. **A geopolítica das energias renováveis: considerações iniciais**. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/20395/FINAL_Coluna%20Opinioao%20Fevereiro%20-%20Geopolitica%20dos%20Renovaveis%20-%20Fernanda-Mariana-Tatiana.pdf. Acesso em: 19 abr. 2019.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (Brasil). **Considerações sobre a Expansão Hidrelétrica nos Estudos de Planejamento Energético de Longo Prazo**. 2018. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-457/Considera%C3%A7%C3%B5es%20sobre%20a%20Expans%C3%A3o%20Hidrelic%C3%A9trica%20nos%20Estudos%20de%20Planejamento%20Energ%C3%A9tico%20de%20Longo%20Prazo.pdf>. Acesso em: 26 set. 2019.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (Brasil). **Fontes de Energia**. 2019. Disponível em: <http://epe.gov.br/pt/abcdenergia/fontes-de-energia>. Acesso em: 26 set. 2019.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGETICA (Brasil). **Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2017: ano base 2016**. 2017. Disponível em: <http://epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-168/Anuario2017vf.pdf>. Acesso em: 03 set. 2019.



EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (Brasil). **Balanco Energético Nacional 2019**. Rio de Janeiro. 2019a. 67 p. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-377/topico-470/Relat%C3%B3rio%20S%C3%ADntese%20BEN%202019%20Ano%20Base%202018.pdf>. Acesso em: 16 set. 2019.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGETICA (Brasil). **Inserção da Geração Fotovoltaica Distribuída no Brasil: Condicionantes e Impactos**. 2014. Disponível em: [http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-251/topico-311/DEA%2019%20-%20%20Inser%C3%A7%C3%A3o%20da%20Gera%C3%A7%C3%A3o%20Fotovoltaica%20Distribu%C3%ADda%20no%20Brasil%20-%20Condicionantes%20e%20Impactos%20VF%20%20\(Revisada\)\[1\].pdf#search=SOLAR](http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-251/topico-311/DEA%2019%20-%20%20Inser%C3%A7%C3%A3o%20da%20Gera%C3%A7%C3%A3o%20Fotovoltaica%20Distribu%C3%ADda%20no%20Brasil%20-%20Condicionantes%20e%20Impactos%20VF%20%20(Revisada)[1].pdf#search=SOLAR). Acesso em: 09 maio 2019.

ENGIE. **Como funciona a energia solar?** 2019. Disponível em: <https://www.engie.com.br/solar/como-funciona/>. Acesso em: 12 maio 2019.

GIL, Antônio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 176 p.

GITMAN, Lawrence J. **Princípios de Administração Financeira**. 12 ed. São Paulo: Pearson, 2010. 775 p.

GROPPELLI, A. A.; NIKBAKHT, Ehsan. **Administração Financeira**. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2002. 495 p.

HINRINCHS, Roger A.; KLEINBACH, Merlin; REIS, Lineu Bélico dos. **Energia e Meio Ambiente**: Tradução da 5ª Edição norte americana. 5. ed. New York: Cengage Learning, 2015.

IBGE. **Logística de Energia**. Rio de Janeiro. 2015. 102 p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv97260.pdf>. Acesso em: 12 maio 2019.

ITAIPU (Brasil). **Perguntas frequentes**. 2019. Disponível em: <https://www.itaipu.gov.br/sala-de-imprensa/perguntas-frequentes>. Acesso em: 02 out. 2019.

KEMERICH, Pedro Daniel da Cunha *et al.* **Paradigmas da energia solar no Brasil e no mundo**. Reget - UFSM, Santa Maria - RS, p.1-1, jan. 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/16132>. Acesso em: 19 abr. 2019.

LACCHINI, Corrado. **Análise econômica de sistemas fotovoltaicos residenciais no contexto brasileiro, com foco nos indicadores financeiros e nas tarifas locais de energia elétrica**. 2017. 156 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017. Disponível em:



http://fotovoltica.ufsc.br/Teses/Tese_Corrado_Lacchini.pdf. Acesso em: 15 set. 2019.

LEISMANN, Edson Luiz. **Análise de viabilidade e risco em projetos de investimentos**. Porto Alegre, 2016. 171 p. Disponível em: <https://pt.scribd.com/read/408215946/Analise-de-viabilidade-e-risco-em-projetos-de-investimentos>. Acesso em: 14 set. 2019.

LOPES, Mariana Cristina; TAQUES, Fernando Henrique. O desafio da energia sustentável no Brasil. **Revista Cadernos de Economia**, Chapecó-SC, v. 36, n. 20, p.71-96, 2016. Disponível em: <https://bell.unochapeco.edu.br/revistas/index.php/rce/article/view/4478/2500>. Acesso em: 16 nov. 2019.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Pesquisa mostra crescimento da consciência ambiental no Brasil**. 2012. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/informma/item/3318-pesquisa-mostra-crescimento-da-consciencia-ambiental-no-brasil>. Acesso em: 19 nov. 2019.

OLIVEIRA, Silvio Luiz de. **Tratado de Metodologia Científica**. 2 ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 1999. 320 p.

RAUEM, Fábio. **Roteiros de Iniciação Científica**. Tubarão: Unisul, 2015.

SAMPIERI, Roberto Hernández; COLLADO, Carlos Fernández; LUCIO, María del Pilar Baptista. **Metodologia de Pesquisa**. 5 ed. São Paulo: Penso, 2013. 624 p.

SERAFIM JUNIOR, Valdir *et al.* Energia fotovoltaica residencial: uma análise econômico financeira de viabilidade. **Revista Ciência. Empresariais da Unipar**, Umuarama - Pr, v. 2, n. 19, p. 273-290, dez. 2018. Disponível em: <http://revistas.unipar.br/index.php/empresarial/article/viewFile/6868/3706>. Acesso em: 25 set. 2019.

SHAYANI, Rafael Amaral; OLIVEIRA, Marco Aurélio Gonçalves de; CAMARGO, Ivan Marques de Toledo. **Comparação do Custo entre Energia Solar Fotovoltaica e Fontes Convencionais**. Congresso Brasileiro de Planejamento Energético, Brasília, 31 maio 2006.

SILVA, Alexander Marques; VIEIRA, Rogério Márcio Fonseca. **Energia eólica: conceitos e características basilares para uma possível suplementação da matriz energética brasileira**. UCS Revistas, Caxias do Sul - RS, p.1-1, jan. 2016. Disponível em: <http://ucs.br/etc/revistas/index.php/direitoambiental/article/viewFile/3975/2609>. Acesso em: 01 maio 2019.

SILVA, Marcos Meurer da *et al.* **Viabilidade econômica da implantação de um sistema de energia solar fotovoltaica em uma indústria alimentícia**. Bipe - Revista Brasileira de Engenharia de Produção, São Mateus - Es, v. 4, n. 5, p.113-121, set. 2019. Disponível em:



<http://www.periodicos.ufes.br/BJPE/article/view/27233/18588>. Acesso em: 25 set. 2019.

TESOURO DIRETO (Brasil). **Preços e taxas de referência dos títulos públicos disponíveis para investir**. 2019. Disponível em:

<http://www.tesouro.fazenda.gov.br/tesouro-direto-precos-e-taxas-dos-titulos>. Acesso em: 16 set. 2019.

VALLÊRA, António M.; BRITO, Miguel Centeno. **MEIO SÉCULO DE HISTÓRIA FOTOVOLTAICA**. 2006. Disponível em: <http://solar.fc.ul.pt/gazeta2006.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2019.